

临床论著

在胸腰椎转移瘤分离手术中应用短节段骨水泥
强化椎弓根螺钉固定的临床研究

周 健, 林 红, 李熙雷, 周晓岗, 董 健

(复旦大学附属中山医院骨科 200032 上海市)

【摘要】目的:探讨在胸腰椎转移瘤分离手术中应用骨水泥强化椎弓根螺钉固定的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2018 年 2 月~2019 年 10 月于我院行分离手术治疗的伴有硬脊膜外脊髓压迫症(epidural spinal cord compression, ESCC)的胸腰椎转移性肿瘤患者 59 例,其中男 25 例,女 34 例,年龄 56.2 ± 7.5 岁(45~76 岁)。所有患者均采用骨水泥强化椎弓根螺钉固定,共置入 236 枚螺钉。统计手术时间、术中失血量、输血量、术后住院天数,患者术前、术后 3 个月的 Frankel 脊髓损伤分级,患者术前、术后 7d、3 个月及末次随访的疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及 Karnofsky 功能评分,围手术期相关并发症情况。收集患者术前、术后 7d 及末次随访时手术节段正侧位 X 线片,随访观察有无内固定失败及手术节段矢状位 Cobb 角的变化。**结果:**患者随访时间为 18.3 ± 3.9 个月(5~34 个月);患者手术时间为 169.0 ± 23.7 min(125~210 min),术中出血量为 535 ± 120.0 ml(200~1300 ml),术中输少浆血 1.2 ± 0.6 u(0~6 u)、血浆 105 ± 32 ml(0~400 ml);术后住院时间 6.5 ± 2.3 d(5~11 d)。术中发生骨水泥渗漏 2 例,均为椎前静脉少量渗漏,暂停注射后渗漏未进展,术后无不良反应;脑脊液漏 1 例,患者俯卧位以及补液等对症处理后痊愈;伤口愈合不良 2 例,予以清创缝合后伤口愈合。术后 VAS 评分、Frankel 分级、Karnofsky 功能评分与术前相比均有显著性改善($P < 0.05$)。无内固定失败,末次随访时手术节段 Cobb 角较手术后即刻无显著性差异($22.5^\circ \pm 2.1^\circ$ vs $21.2^\circ \pm 1.8^\circ$, $P > 0.05$)。**结论:**对伴有 ESCC 的脊柱转移瘤患者行分离手术时,应用骨水泥强化椎弓根螺钉可以提供更加坚强的脊柱稳定性。

【关键词】 脊柱转移瘤;分离手术;骨水泥强化椎弓根螺钉;临床疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2023.04.05

中图分类号:R738.1, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2023)-04-0315-07

Clinical study on short-segment bone cement reinforced pedicle screw fixation in separation surgeries for thoracolumbar spinal metastatic tumor/ZHOU Jian, LIN Hong, LI Xilei, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2023, 33(4): 315-321

【Abstract】 Objectives: To investigate the clinical efficacy of bone cement reinforced pedicle screw fixation in separation surgeries for the treatment of thoracolumbar spinal metastasis. **Methods:** A retrospective analysis was performed on the patients suffered from thoracolumbar metastasis with epidural spinal cord compression (ESCC) and received separation surgeries in our hospital from February 2018 to October 2019. A total of 59 patients were recruited, including 25 males and 34 females, aged 45-76 years(averaged 56.2 ± 7.5 years). Bone cement reinforced pedicle screw fixation was applied in all the patients, and a total of 236 bone cement reinforced pedicle screws were implanted. The operative time, intraoperative blood loss, transfusion volume, postoperative hospitalization days and perioperative complications were recorded. Frankel grading at preoperation and postoperative 3 months, visual analogue scale(VAS) and Karnofsky score before surgery and at postoperative 7d and 3 months, and final follow-up were recorded and analyzed. The preoperative, postoperative 7d and final follow-up anteroposterior and lateral X-ray images of the operated segments were collected, and the status of internal fixation and sagittal Cobb angle changes were observed and recorded. **Results:** The follow-up period was 18.3 ± 3.9 months(5-34 months); operative time was 169.0 ± 23.7 min(125-

第一作者简介:男(1981-),医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(021)64041990 E-mail:zhou.jian1@zs-hospital.sh.cn

通讯作者:董健 E-mail:dong.jian@zs-hospital.sh.cn

210min), intraoperative blood loss was $535\pm120.0\text{ml}$ (200–1300ml), transfusion of red blood cell and plasma was $1.2\pm0.6\text{u}$ (0–6u) and $105\pm32\text{ml}$ (0–400ml), respectively; the postoperative hospitalization days were $6.5\pm2.3\text{d}$ (5–11d). Bone cement leakage occurred in 2 cases, both were of small amount through the anterior vertebral vein, which stopped progressing once suspended injection with no adverse reactions after operation; CSF leakage occurred in 1 case, which was cured with prone position and fluid infusion; and impaired wound healing occurred in 2 cases, which healed after debridement and suture. VAS score, Frankel grading and Karnofsky score at different postoperative time were significantly improved compared with those before surgery ($P<0.05$). None internal fixation failure occurred, and no significant difference was found between the Cobb angles of operative segments at final follow-up and immediate postoperatively ($22.5^\circ\pm2.1^\circ$ vs $21.2^\circ\pm1.8^\circ$, $P>0.05$). **Conclusions:** Bone cement reinforced pedicle screw fixation can provide much stronger spinal stability in separation surgeries for patients with thoracolumbar spinal metastatic tumors and ESCC.

【Key words】 Spinal metastasis; Separation surgery; Bone cement reinforced pedicle screw; Clinical effect

【Author's address】 Orthopedic Department, Zhongshan Hospital Fudan University, Shanghai, 200032, China

随着诊疗技术、治疗手段及抗肿瘤药物的发展进步,肿瘤患者生存率提高,生存期逐渐延长。然而,脊柱转移瘤发病率也呈上升趋势,约有30%~50%恶性肿瘤患者可出现脊柱转移^[1]。随着脊柱转移瘤的进行性发展,常发生硬脊膜外脊髓压迫症(epidural spinal cord compression, ESCC)。其中90%的患者会发生局部和/或放射性疼痛,50%的患者发生神经功能障碍,严重降低了患者的生活质量^[2,3]。解除神经压迫、重建脊柱稳定性、防止神经功能进一步恶化是治疗脊柱转移瘤 ESCC 的关键。

分离手术不追求肿瘤的完全切除,仅切除后方椎板、关节突关节及硬膜腹侧肿瘤,恢复硬膜囊膨隆,实现360°减压;在神经周围预留安全间隙,避免后续的放射治疗损伤脊髓和神经根;同时需要应用椎弓根螺钉重建脊柱稳定性^[4]。分离手术可以减少手术创伤,术后联合放射治疗能够明显提高疗效,已成为国内外学者推荐的治疗 ESCC 的手术方式^[5-7]。

标准的分离手术需要分别在手术节段上下2个节段置入椎弓根螺钉,重建脊柱稳定性。而长节段显露固定会增加手术时间及术中出血量^[8]。另一方面,脊柱转移瘤可通过影响肿瘤局部及全身骨稳态,引起转移瘤邻近节段甚至全脊柱的骨密度下降;同时脊柱转移瘤患者多为中老年人,多伴有骨质疏松症,椎弓根螺钉把持力明显下降,易发生松动、移位甚至脱出等内固定失败情况^[9]。

骨水泥强化椎弓根螺钉固定技术作为增强螺钉把持力的有效手段,近年来已成功应用于多种脊柱外科手术^[10-12]。将骨水泥强化椎弓根螺钉应

用于脊柱转移瘤分离手术中,可增强螺钉把持力,缩短固定节段,减少手术时间,降低出血量及手术并发症发生率。

为探讨在脊柱转移瘤分离手术中应用短节段骨水泥强化椎弓根螺钉固定技术的临床效果,2018年2月~2019年10月,我们对脊柱转移瘤施行分离手术患者采用骨水泥强化椎弓根螺钉固定,其临床效果总结如下。

1 资料与方法

1.1 纳入标准

纳入标准:(1)术前经CT、MRI、PET-CT及穿刺活检病理证实为胸腰椎转移瘤;(2)单椎体转移且ESCC分级^[13]大于1b级;(3)根据Tomita评分患者预期寿命 ≥ 3 个月;(4)患者一般情况能够耐受本次手术。

1.2 一般资料

59例患者中,男25例,女34例;年龄 56.2 ± 7.5 岁(45~76岁)。病程 4.8 ± 5.6 个月(0.5~19个月);累及胸椎32例,腰椎27例;原发肿瘤包括肺癌12例,肝癌11例,肾癌10例,结直肠癌8例,乳腺癌7例,前列腺癌6例,乳腺癌4例,子宫内膜癌1例。术前改良Tokunashi评分 8.4 ± 3.9 分(4~15分),Tomita评分 7.2 ± 0.6 分(4~10分)。所有患者视觉模拟疼痛评分(visual analogue scale, VAS) 6.2 ± 0.9 分(2~9分)。术前Karnofsky功能评分 64 ± 13.2 分(45~81分)。术前Frankel分级A级9例、B级14例、C级15例、D级9例、E级12例。术前ESCC分级1b级10例,1c级16例,2级16例,3级17例;术前脊柱肿瘤不稳定评分

(spinal instability neoplastic score, SINS) 9.3 ± 2.0 分(7~16分),均提示存在脊柱不稳。

所有患者于入院后行 CT 引导下穿刺取活检明确为转移性肿瘤, PET/CT 评估全身转移情况, 结合活检报告明确原发灶; 同时完善病变部位 MRI、三维 CT、正侧位 X 线摄片等辅助检查。全面评估患者的一般情况, 积极治疗糖尿病、高血压等内科基础疾病。

1.3 手术方法

全麻成功后, 患者俯卧位, 后正中手术入路, 常规显露脊髓受压节段及上下相邻节段的椎板、棘突和关节突。CT 导航辅助下在病变节段上下相邻节段椎弓根依次行开口、开路、预置攻丝、拧入中空椎弓根螺钉操作。再次 O-arm X 线机扫描确认螺钉位置良好, 通过椎弓根螺钉中空钉尾, 灌注骨水泥(1.5~2ml/螺钉), 使骨水泥经螺钉前部侧孔弥散进入椎体的前中部。期间应用 C 型臂 X 线机术中透视监视骨水泥分布情况, 如果发生渗漏马上停止。

用超声骨刀切除受压节段的相应椎板, 并切除双侧关节突关节, 经椎弓根入路显露硬脊膜前方, 仔细剥离与硬脊膜粘连的肿瘤组织, 并切除后纵韧带、刮除部分椎体, 对脊髓进行环形减压, 预留硬脊膜与肿瘤组织 5~8mm 的安全间隙。选择合适长度钛棒固定, 锁紧螺帽。蒸馏水浸泡手术区域 5min, 放置引流管, 逐层关闭手术切口。

患者术后常规予以抗生素预防感染。一般术后 2~3 周, 待伤口愈合后进行立体定向放疗, 同时根据原发肿瘤类型予以化疗或靶向药物等综合治疗。

1.4 观察指标

统计患者的手术时间、术中失血量、输血量、住院天数、骨水泥渗漏情况及围手术期并发症情况。所有患者术后 3 个月、6 个月, 之后每 6 个月随访一次。随访采用门诊复查或电话随访结合邮寄当地医院影像学资料的方式。

收集所有病例的术前病变节段正侧位 X 线片、术后 7d 及末次随访时正侧位 X 线片, 观察内固定位置, 螺钉有无松动、移位、脱出、断裂等情况及手术节段矢状位 Cobb 角。

记录患者术前、术后 3 个月时 Frankel 脊髓损伤分级; 应用 VAS 评分进行疼痛评估, 记录患者术前、术后 7d、术后 3 个月及末次随访时的

VAS 评分。采用门诊复查结合电话随访, 根据患者临床症状进而完善 CT 或 MRI 检查明确肿瘤复发情况。同时随访患者的一般状况, 依据 Karnofsky 功能评分, 分值越高表明患者一般情况越好。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计软件进行统计学分析, 患者年龄、各项评分、手术时间、术中出血量、输血量、平均住院天数等计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 采用非独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

本组患者手术时间 169.0 ± 23.7 min (125~210min), 术中出血量为 535 ± 120.0 ml (200~1300ml), 术中输少浆血 1.2 ± 0.6 u (0~6u), 血浆 105 ± 32 ml (0~400ml), 术后住院时间 6.5 ± 2.3 d (5~11d)。59 例患者均采用骨水泥强化椎弓根螺钉固定, 共置入 236 枚螺钉。2 例患者术中出现骨水泥渗漏, 均为椎前静脉少量渗漏, 暂停注射后, 渗漏未进展, 术后无不良反应。脑脊液漏 1 例, 患者俯卧位以及补液等对症处理后痊愈; 伤口愈合不良 2 例, 予以清创缝合后伤口愈合; 本组病例中 46 例(78.2%)患者术后出现低蛋白血症, 其中 33 例接受了输注人血白蛋白治疗后改善。术后 4 例出现下肢肌间静脉血栓, 予以积极抗凝治疗。未见下肢深静脉血栓及肺动脉栓塞。所有患者均获得随访, 随访时间为 18.3 ± 3.9 个月(5~34 个月)。13 例患者在随访期间死亡, 生存时间为 16.4 ± 4.5 个月(5~23 个月)。

所有患者术后 7d 的 VAS 评分均较术前明显降低($P < 0.05$), 术后 3 个月及末次随访时 VAS 评分与术前 VAS 评分比较有显著性差异($P < 0.05$); 术后 3 个月 Karnofsky 功能评分均较术前明显提高($P < 0.05$), 末次随访时与术前比较有显著性差异($P < 0.05$)(表 1)。

所有患者术后均无神经功能恶化, 术前存在神经功能障碍的 47 例患者中, 术后 3 个月除 2 例无明显改善外, 其余病例均有不同程度改善, 改善率高达 95.7%(45/47)(表 2)。1 例患者因术后未行放疗, 术后 5 个月再次出现疼痛及下肢无力等症状, 影像学复查发现手术区域肿瘤复发伴椎管内压迫, 翻修手术后积极放疗, 至末次随访时未见

再次复发。所有病例随访期间未见螺钉发生松动、移位、脱出或断裂。患者术前平均局部 Cobb 角 $26.7^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$, 术后即刻手术节段 Cobb 角 $21.2^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$, 与术前比较有显著性差异 ($P < 0.05$); 末次随访时手术节段 Cobb 角 $22.5^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$, 与术后即刻比较无显著性差异 ($P > 0.05$) (图 1)。

3 讨论

恶性肿瘤患者中 30%~50% 的患者会发生脊柱转移, 由于脊柱转移瘤发病位置毗邻脊髓神经组织, 且多为肿瘤晚期, 因此具有一定的解剖和病理特殊性。医生需通过评估患者预期生存时间结合患者的年龄、身体一般情况、肿瘤侵犯范围及其生物学性质、神经受损情况和经济能力等对患者进行收益-风险评估, 选择合适的治疗方案^[14,15]。

随着手术技术的发展和治疗理念的转变, 对伴有神经功能障碍, 身体一般状况良好, 且预期生存时间大于 3 个月的脊柱转移瘤患者, 手术已成为首选的治疗方法^[16]。全脊椎切除术虽然能够降

低局部复发率, 但手术时间长、创伤大, 术后并发症发生率高, 且技术难度高, 需要严格把握适应证。传统椎板切除仅解除了硬脊膜背侧的压迫, 而硬脊膜腹侧的肿瘤切除及减压往往不充分; 而且为了避免放射性脊髓损伤, 术后放疗剂量往往不足, 手术区域肿瘤往往很快复发^[17]。一旦手术区域肿瘤复发并出现疼痛或神经功能障碍等症状, 患者极有可能无法耐受再次手术。于是, 有学者提出手术规模介于两者之间的分离手术概念^[4,18]。分离手术是通过后路切除椎板及关节突关节, 并经双侧椎弓根切除后纵韧带及部分椎体, 以达到对硬脊膜 360° 充分的环形减压, 确保存在 5~8mm 的间隙, 提高术后硬膜外区域的放疗剂量而不至于损伤脊髓; 这样既可获得良好的局部肿瘤控制, 又可以减少手术创伤及术后并发症。分离手术并不追求完全切除椎体, 但是切除了双侧关节突关节、椎弓根以及后纵韧带、硬脊膜腹侧肿瘤和部分椎体, 其对脊柱稳定性造成非常大的破坏。而如果术后螺钉发生松动、移位、甚至脱出, 将严重影响患者生活质量, 甚至加速患者死亡, 因此分离手术后对脊柱稳定性的重建有更高要求。

经典的分离手术后, 需在病变节段相邻的上下各 2 个椎体应用椎弓根钉棒系统固定重建稳定性^[19]。但长节段的显露, 势必会增加手术时间、出血量及并发症的发生率。另一方面, 由于脊柱转移瘤患者年龄普遍偏大, 常患有骨质疏松症, 因此椎弓根螺钉对椎体的把持力随之下降。有文献报道脊柱转移瘤术后内固定失败发生率在 2.2%~16% 之间, 内固定失败原因包括螺钉松动、连接棒及融合器移位或断裂^[20]。在不增加手术创伤的前提下, 选择合理、安全、有效的内固定方式对脊柱转移瘤分离手术的成败至关重要。骨水泥强化椎弓根螺钉固定技术目前已广泛应用于各种合并骨质量差的脊柱外科手术中, 包括脊柱外伤、脊柱退变、脊柱肿瘤等疾病, 取得良好的临床效果^[21-23]。通过中空钉尾灌入骨水泥, 使其经空心椎弓根螺钉前部侧孔弥散进入椎体的前中部, 进而提高椎弓根螺钉固定强度。

本研究应用分离手术、骨水泥强化椎弓根螺钉固定技术治疗胸腰椎转移瘤, 在患者生存期内取得较为满意的治疗效果。患者术后 3 个月及末次随访时 VAS 评分均较术前明显降低, 说明术后疼痛较术前有明显好转; 并且患者术后神经功能

表 1 患者术前与术后 7d、3 个月及末次随访时的 VAS 评分及 Karnofsky 评分 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 VAS and Karnofsky scores of the patients at preoperation, postoperative 7d, 3 months and the final follow-up

	VAS 评分 VAS	Karnofsky 评分 Karnofsky score
术前 Preoperation	6.2±0.9	64±13.2
术后 7d 7d after operation	4.8±0.2 ^①	75±11.5 ^①
术后 3 个月 3 months after operation	3.4±0.5 ^①	81±16.4 ^①
末次随访 Final follow-up	2.5±0.4 ^①	80±14.7 ^①

注: ①与术前比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with preoperation $P < 0.05$

表 2 患者术前及术后 3 个月的 Frankel 分级

Table 2 Frankel grading at preoperation and 3 months after operation

Frankel 分级 Frankel grading	术前 (例数) Preoperation (n)	术后 3 个月 (例数) 3 months after operation (n)				
		A	B	C	D	E
A	9	1	5	2	1	
B	14		1	9	3	1
C	15				9	6
D	9					9
E	12					12

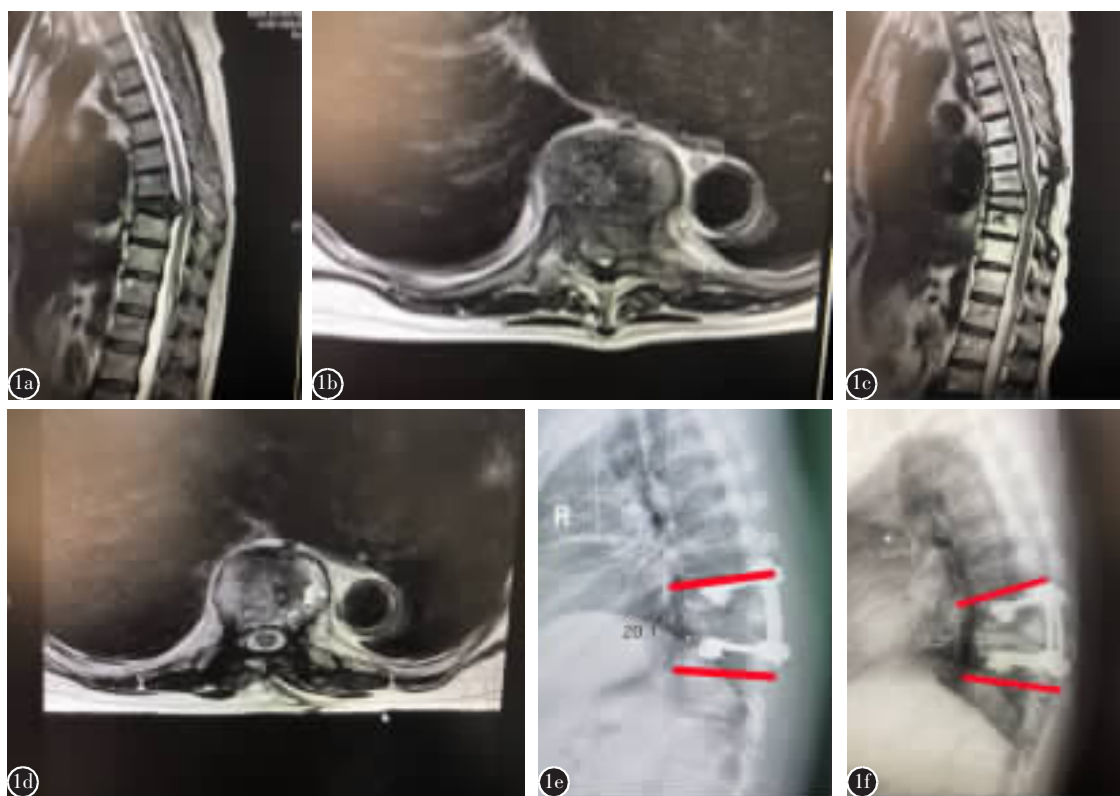


图 1 患者女,65 岁,肺癌 T9 单发转移伴病理性骨折。术前 SINS 评分 12 分, Frankel 评级 B, VAS 评分 8 分, ESCC 分级 3 级; 改良 Tokuhashi 评分 5 分, Tomita 评分 6 分, Karnofsky 功能评分 40 分。末次随访时(术后 24 个月) Frankel 评级 E, VAS 评分 1 分, ESCC 分级 0 级, Karnofsky 功能评分 90 分 **a, b** 术前 MRI 提示 T9 病理性骨折伴椎管狭窄, 脊髓受压, ESCC 分级 3 级 **c, d** 末次随访时(术后 24 个月) MRI 示椎管容积良好, ESCC 分级 0 级 **e, f** 术后即刻及末次随访时手术节段侧位 X 线片示椎弓根螺钉位置良好, 无松动、移位、脱出, 无后凸畸形, 手术节段矢状位 Cobb 角分别为 20.1° 及 21.3°

Figure 1 A female patient, 65 years old, T9 metastasis from lung cancer with pathological fracture. Preoperative SINS score 12, Frankel grading B, VAS score 8, ESCC grade 3; modified Tokuhashi score 5, Tomita score 6, Karnofsky score 40. At final follow-up(24 months after surgery) Frankel grading E, VAS score 1, ESCC grade 0, Karnofsky score 90 **a, b** Preoperative MRI showed T9 pathological fracture and spinal stenosis with compression of spinal cord, ESCC grade 3 **c, d** MRI at the final follow-up(24 months after surgery) showed good spinal canal volume, ESCC grade 0 **e, f** Lateral X-ray immediately after surgery and at the final follow-up showed well positioned pedicle screws without loosening, displacement or pulled out; No local kyphosis; The sagittal Cobb angles of operated segments were 20.1° and 21.3° respectively

得到明显改善, 94.6% 存在神经损伤的患者术后 3 个月内 Frankel 分级至少有一个等级的提高, 部分患者术后早期即可在支具保护下下床活动; 术后 3 个月及末次随访时 Karnofsky 评分都较术前有明显提高, 改善了患者生存期生活质量。Laufer 等^[24]指出分离手术后应用放射治疗可以安全有效地取得肿瘤长期局部控制的效果且没有神经并发症。本组病例中, 仅 1 例患者在术后 5 个月时出现局部肿瘤复发并伴有疼痛及神经症状, 追问病史, 系术后未行放疗。翻修术后积极放疗, 至末次随访时未见复发。其余病例均在术后辅助放疗, 靶向药

物等综合治疗, 随访过程中未见复发, 放疗期间未见明显神经损伤。

骨水泥强化椎弓根螺钉固定的骨水泥渗漏率一直是广大学者关注的焦点^[25, 26]。本研究中共置入 184 枚骨水泥螺钉, 其中 2 枚发生渗漏, 均为椎前静脉渗漏, 无椎管内渗漏。本研究中骨水泥低渗漏率的可能原因: (1) 所有螺钉都是导航辅助下置钉, 同时经过 O-arm X 线机扫描验证, 保证了置钉位置的准确性; (2) 骨水泥螺钉的侧孔集中在螺钉远端的前 2/5 处, 骨水泥流出通道远离椎体后壁, 且确保了骨水泥的均匀弥散, 分散了注射时的

局部压力,降低了骨水泥渗漏的风险;(3)Chang 等^[27]研究表明,低剂量(<2ml/椎弓根)和高剂量(>5ml/椎弓根)骨水泥椎弓根螺钉拔出力没有明显差异,并且发现低剂量骨水泥注入椎体前中部,即可获得长期有效的固定效果。

随访过程中,所有患者均未发生螺钉松动、移位、脱出等内固定失败;同时患者术后与末次随访时手术节段局部矢状位 Cobb 角无明显改变,但本研究中随访时间仅为 18.3±3.9 个月(5~34 个月)。13 例患者在随访期间死亡,平均生存时间为 16.4±4.5 个月(5~23 个月)。本研究中内固定失败率明显低于文献报道,一方面是由于我们虽然缩短了固定节段,但应用骨水泥强化螺钉,显著增加了螺钉把持力及稳定性^[28]。另一方面脊柱转移瘤手术后患者生存期有限,而我们的结果提示在有限生存期内骨水泥强化椎弓根螺钉固定技术可以为脊柱转移性肿瘤分离手术患者提供良好的稳定性。本研究仍存在一定局限性,研究样本量少且随访时间相对较短,远期疗效仍有待于进一步长时间大样本量的随访研究。

本研究结果显示,分离手术治疗伴有 ESCC 的脊柱转移瘤患者能够有效解除脊髓压迫,缓解术后疼痛,改善患者神经功能;在分离手术中应用骨水泥强化椎弓根螺钉固定可以提供更加坚强的脊柱稳定性。

4 参考文献

1. Harel R, Angelov L. Spine metastases: current treatments and future directions[J]. Eur J Cancer, 2010, 46(15): 2696-2707.
2. Sodji Q, Kaminski J, Willey C, et al. Management of metastatic spinal cord compression[J]. South Med J, 2017, 110(9): 586-593.
3. Wanman J, Grabowski P, Nystrom H, et al. Metastatic spinal cord compression as the first sign of malignancy[J]. Acta Orthop, 2017, 88(4): 457-462.
4. Laufer I, Rubin BG, Lis E, et al. The NOMS framework: approach to the treatment of spinal metastatic tumors[J]. Oncologist, 2013, 18(6): 744-751.
5. 雷明星, 刘蜀彬, 郑文静, 等. 脊柱转移瘤的外科治疗原则[J]. 中华损伤与修复杂志, 2017, 12(3): 207-211.
6. Vajkoczy P, Wehofskey R, Czabanka M, et al. Surgery of spinal metastases[J]. Onkologe, 2016, 22(5): 299-301.
7. Lei M, Li J, Liu Y, et al. Who are the best candidates for decompressive surgery and spine stabilization in patients with metastatic spinal cord compression: a new scoring system [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(18): 1469-1476.
8. Pennington Z, Ehresman J, Szerlip NJ, et al. Hybrid therapy for metastatic disease[J]. Clin Spine Surg, 2022, 34(10): 369-376.
9. Yee TJ, Saadeh YS, Strong MJ, et al. Survival, fusion, and hardware failure after surgery for spinal metastatic disease[J]. J Neurosurg Spine, 2021, 34(4): 665-672.
10. Saadeh YS, Swong KN, Yee TJ, et al. Effect of fenestrated pedicle screws with cement augmentation in osteoporotic patients undergoing spinal fusion[J]. World Neurosurg, 2020, 143: E351-E361.
11. 冷俊胜, 曾岩, 陈仲强. 骨水泥强化椎弓根螺钉技术在脊柱手术中的应用[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(10): 637-644.
12. Lehman RA Jr, Kang DG, Wagner SC. Management of osteoporosis in spine surgery[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(4): 253-263.
13. Bilsky MH, Laufer I, Fournay DR, et al. Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 13(3): 324-328.
14. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, et al. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(19): 2186-2191.
15. Pennington Z, Ehresman J, Szerlip NJ, et al. Hybrid therapy for metastatic disease[J]. Clin Spine Surg, 2021, 34(10): 369-376.
16. Li RF, Qiao RQ, Xu MY, et al. Separation surgery in the treatment of spinal metastasis [J]. Technol Cancer Res T, 2022, 21: 1-7.
17. Hansen-Algenstaedt N, Kwan MK, Algenstaedt P, et al. Comparison between minimally invasive surgery and conventional open surgery for patients with spinal metastasis: a prospective propensity score-matched study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2017, 42(10): 789-797.
18. Laufer I, Bilsky MH. Advances in the treatment of metastatic spine tumors: the future is not what it used to be[J]. J Neuro Spine, 2019, 30(3): 299-307.
19. Ori B, Ilya L, Adam R, et al. Hybrid therapy for metastatic epidural spinal cord compression: technique for separation surgery and spine radiosurgery[J]. Oper Neurosurg, 2019, 16(3): 310-318.
20. Amankulor NM, Xu R, Iorgulescu JB, et al. The incidence and patterns of hardware failure after separation surgery in patients with spinal metastatic tumors[J]. Spine J 2014, 14: 1850-1859.
21. Lehman RA Jr, Kang DG, Wagner SC. Management of osteoporosis in spine surgery[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(4): 253-263.
22. Bu BX, Wang MJ, Liu WF, et al. Short-segment posterior instrumentation combined with calcium sulfate cement vertebroplasty for thoracolumbar compression fractures: radiographic outcomes including nonunion and other complications[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(2):

- 227-233.
23. Massaad E, Rolle M, Shin, JH. Safety and efficacy of cement augmentation with fenestrated pedicle screws for tumor-related spinal instability[J]. Neuro Focus, 2021, 50(5): E12.
24. Laufer I, Iorgulescu JB, Chapman T, et al. Local disease control for spinal metastases following "separation surgery" and adjuvant hypofractionated or high-dose single-fraction stereotactic radiosurgery: outcome analysis in 186 patients[J]. J Neurosurgery Spine, 2013, 18(3): 207-214.
25. Mueller JU, Baldauf J, Marx S, et al. Cement leakage in pedicle screw augmentation: a prospective analysis of 98 patients and 474 augmented pedicle screws [J]. J Neuro Spine, 2016, 25(1): 103-109.
26. Tang YC, Guo HZ, Guo DQ, et al. Effect and potential risks of using multilevel cement-augmented pedicle screw fixation in osteoporotic spine with lumbar degenerative disease[J]. BMC Muscu Disor, 2020, 1: 274
27. Chang MC, Liu CL, Chen TH. Polymethylmethacrylate augmentation of pedicle screw for osteoporotic spinal surgery: a novel technique[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2008, 33(10): 317-324.
28. Elder BD, Lo SFL, Holmes C, et al. The biomechanics of pedicle screw augmentation with cement[J]. Spine J, 2015, 15(6): 1432-1445.
- (收稿日期:2023-02-18 末次修回日期:2023-03-07)
- (英文编审 谭 啸)
- (本文编辑 谭 啸)

消息

欢迎订阅 2023 年《中国脊柱脊髓杂志》

《中国脊柱脊髓杂志》是由中国科学技术协会主管,中国康复医学会与中日友好医院主办,目前国内唯一以脊柱脊髓为内容的国家级医学核心期刊。及时反映国内外脊柱脊髓领域的科研动态、发展方向、技术水平,为临床医疗、康复及基础研究工作者提供学术交流场所。读者对象为从事脊柱外科、骨科、神经科、康复科、肿瘤科、泌尿科、放射科、基础研究及生物医学工程等及相关学科的专业人员。

本刊为中国科技信息中心“中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)”,中科院中国科学计量评价研究中心“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”,“中国精品科技期刊”,入选北京大学“中文核心期刊要目总览”,已分别入编 Chinainfo(中国信息)网络资源系统(万方数据)及以中国学术期刊光盘版为基础的中国期刊网(中国知网),影响因子名列前茅。

2023 年本刊仍为月刊,大 16 开,正文 96 页,每月 25 日出版。全册铜版纸彩色印刷。每册定价 30 元,全年 360 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 82-457;网上订阅:中国邮政网上营业厅,网址: <http://bk.11185.cn/index.do>,扫右侧二维码即可上网订阅。国外读者订阅请与中国国际图书贸易集团有限公司中文报刊科联系(100044,北京市车公庄西路 35 号),代号:BM6688。

本刊经理部可随时为国内读者代办邮购(免邮寄费)。

地址:北京市朝阳区樱花园东街中日友好医院内,邮编:100029。

电话:(010)64284923;E-mail: cspine@263.net.cn。

